

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Yukio TOYOZAWA, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: January 9, 2004

Examiner:

For: SERVO CONTROLLER

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2003-012495


Filed: January 21, 2003

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: January 9, 2004

By: 
H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 1 日
Date of Application:

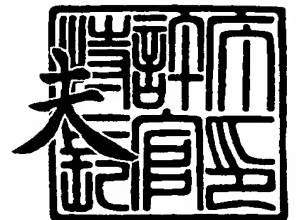
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 2 4 9 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 1 2 4 9 5]

出 願 人 ファナック株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 2 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 7 0 4 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 21592P

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G05B 19/4155

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 豊沢 雪雄

【発明者】

【住所又は居所】 山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地 ファ
ナック株式会社 内

【氏名】 前田 和臣

【特許出願人】

【識別番号】 390008235

【氏名又は名称】 ファナック株式会社

【代理人】

【識別番号】 100082304

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹本 松司

【電話番号】 03-3502-2578

【選任した代理人】

【識別番号】 100088351

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉山 秀雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100093425

【弁理士】

【氏名又は名称】 湯田 浩一

【選任した代理人】

【識別番号】 100102495

【弁理士】

【氏名又は名称】 魚住 高博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015473

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9306857

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 サーボ制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 上位制御装置から入力される指令位置に基づいてサーボモータを駆動するサーボ制御装置であって、同一指令パターンにおける位置偏差に基づいて補正データを作成しメモリに記憶すると共に位置偏差を補正する学習制御手段を備え、該学習制御手段は、学習制御開始指令から学習制御終了指令までの間、位置偏差に基づいて補正データを作成すると共に位置偏差を補正することを特徴とするサーボ制御装置。

【請求項 2】 上位制御装置から入力される指令に基づいてサーボモータを駆動するサーボ制御装置において、
上位制御装置から入力される指令位置とサーボモータで駆動される被駆動体の検出位置との位置偏差に基づいて求めた補正データを記憶するメモリを備え該メモリに記憶された補正データに基づいて位置偏差を補正して学習制御を行う学習制御手段を有し、
該学習制御手段は上位制御装置から入力される学習制御開始指令と学習制御終了指令とを判別し、該学習制御開始指令から学習制御終了指令までの間の前記サーボモータの駆動において所定周期毎に前記補正データを前記メモリに記憶すると共に、
前記学習制御開始指令から学習制御終了指令までの間の前記サーボモータの駆動を前記上位制御装置から入力される位置指令と前記メモリに記憶されている前記所定周期毎の補正データとに基づいて学習制御を行うことを特徴とするサーボ制御装置。

【請求項 3】 前記学習制御手段は、前記学習開始指令後、位置指令の差分である移動指令が 0 でないときから学習終了指令まで学習制御を行うことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のサーボ制御装置。

【請求項 4】 前記学習制御手段は、複数の加工形状に対するそれぞれの前記メモリを備え、前記上位制御から前記加工形状を特定する識別コードと学習制御開始指令と学習制御終了指令とにより、前記学習制御手段は、識別コードで前

記メモリを選択して、学習制御開始指令から学習制御終了指令まで学習制御を行うことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 5】 前記メモリは不揮発性メモリである請求項 1 乃至 4 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 6】 前記メモリに記憶した補正データは前記上位制御装置の記憶装置との間で相互に転送可能とした請求項 1 乃至 5 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 7】 前記メモリに記憶した補正データは前記上位制御装置からの指令によりクリア可能とした請求項 1 乃至 6 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 8】 前記上位制御装置からの指令により補正データの更新のみを停止させることを可能とした請求項 1 乃至 7 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 9】 前記位置偏差が所定範囲に入ったとき、補正データの更新を停止することを特徴とする請求項 1 乃至 7 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 10】 前記位置偏差が予め設定された値を超えたことを前記上位制御装置に通知することを特徴とする請求項 1 乃至 9 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 11】 電流指令が予め設定された値を超えた場合、モータの能力を超えたと判断し前記上位制御装置に知られる請求項 1 乃至 10 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 12】 前記上位制御装置は前記補正データと前記学習制御開始指令及び学習制御終了指令とで特定される動作プログラムを関連づけて記憶しておき、上位制御装置から出力される学習制御開始指令と学習制御終了指令との組に対応する補正データをサーボ制御装置の前記メモリに転送することを特徴とする請求項 1 乃至 11 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 13】 前記上位制御装置は前記補正データと前記学習制御開始指令及び学習制御終了指令とで特定される動作プログラムを関連づけて記憶してお

き、上位制御装置から入力された学習制御開始指令と学習制御終了指令との組に対応する位置偏差データが存在しない場合、前記メモリの補正データをクリアすることを特徴とする請求項 1 乃至 11 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 14】 前記動作プログラムは、工作機械における加工ワークの NC プログラムであることを特徴とする請求項 1 乃至 10 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 15】 前記上位制御装置は各軸への位置指令値を予め補間計算して記憶手段に記憶しておき、該記憶手段に記憶された位置指令値を前記サーボ制御装置に出力することを特徴とする請求項 1 乃至 13 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【請求項 16】 前記補間計算は、前記上位制御装置の外部の演算装置で演算しておき、その位置指令値を上位制御装置が通信装置から受け取りながら前記サーボ装置に出力することを特徴とする請求項 1 乃至 13 の内いずれか 1 項に記載のサーボ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、工作機械、射出成形機プレス機械等の駆動機構の送り軸を駆動するサーボ制御装置に関し、特に、部品加工の工作機械において同一部品を何回も加工し続ける場合等に適したサーボ制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

同一パターンの指令が繰り返し指令されて加工等を行う場合、制御偏差を零近くまで収束させて加工精度を向上させる方法として学習制御が知られている。この従来から行われている学習制御は、図 2 に示すように、同一パターンが一定パターン周期で繰り返し指令され、1 つ前の 1 パターン周期における各制御周期における位置偏差に基づいて求められる補正データを学習メモリに記憶しておき、当該パターン周期の各制御周期の位置偏差に、学習メモリに記憶する 1 つ前の 1

パターン周期における対応する制御周期の補正データを加算することによって、位置偏差を零に収束させようとするものである（例えば、特許文献 1、特許文献 2 参照）。

【0003】

【特許文献 1】

特開平 7-104823 号公報

【特許文献 2】

特開平 6-309021 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ピストン旋盤のように、断面形状が同一パターンで、この同一パターンの指令を繰り返し実行する場合には、上述した学習制御が適用されているが、同一パターンが繰り返し実行されない場合には、この学習制御は適用できなかった。

同一部品を何個も加工し続ける場合や同一加工形状を間欠的に何度も加工しなければならないような場合、この同一形状の加工のため指令は同一の指令パターンになるにも拘わらず、学習制御が適用できなかった。


そこで、本発明の目的は、同一形状を何度も加工するような場合にも、学習制御を適用できるようにしたサーボ制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本願各発明は、上位制御装置から入力される指令位置に基づいてサーボモータを駆動するサーボ制御装置であって、請求項 1 に係わる発明は、同一指令パターンにおける位置偏差に基づいて補正データを作成しメモリに記憶すると共に位置偏差を補正する学習制御手段を備え、該学習制御手段は、学習制御開始指令から学習制御終了指令までの間、位置偏差に基づいて補正データを作成すると共に位置偏差を補正することを特徴とするものである。

又、請求項 2 に係わる発明は、上位制御装置から入力される指令位置とサーボモータで駆動される被駆動体の検出位置との位置偏差に基づいて求めた補正データを記憶するメモリを備え該メモリに記憶された補正データに基づいて位置偏差を



補正して学習制御を行う学習制御手段を有し、該学習制御手段は上位制御装置から入力される学習制御開始指令と学習制御終了指令とを判別し、該学習制御開始指令から学習制御終了指令までの間の前記サーボモータの駆動において所定周期毎に前記補正データを前記メモリに記憶するとともに、前記学習制御開始指令から学習制御終了指令までの間の前記サーボモータの駆動を前記上位制御装置から入力される位置指令と前記メモリに記憶されている前記所定周期毎の補正データとに基づいて学習制御を行うことを特徴とするものである。さらに、請求項3に係る発明は、前記学習開始指令後に、位置指令の差分である移動指令が0以外の値になったときから学習制御を開始することを特徴とするものである。

【0006】

請求項4に係わる発明は、前記学習制御手段が複数の加工形状に対するそれぞれの前記メモリを備え、前記上位制御から前記加工形状を特定する識別コードと学習制御開始指令と学習制御終了指令とにより、この学習制御手段が識別コードで前記メモリを選択して、学習制御開始指令から学習制御終了指令まで学習制御を行うようにした。請求項5に係わる発明は、前記メモリは不揮発性メモリで構成した。請求項6に係わる発明は、前記メモリに記憶した補正データを前記上位制御装置の記憶装置との間で相互に転送可能とした。

【0007】

請求項7に係わる発明は、前記メモリに記憶した補正データを前記上位制御装置からの指令によりクリア可能とした。請求項8に係わる発明は、前記上位制御装置からの指令により補正データの更新のみを停止させることを可能とした。請求項9に係わる発明は、前記位置偏差が所定範囲に入ったとき、補正データの更新を停止するようにした。請求項10に係わる発明は、前記位置偏差が予め設定された値を超えたことを前記上位制御装置に通知するようにした。請求項11に係わる発明は、電流指令が予め設定された値を超えた場合、モータの能力を超えたと判断し前記上位制御装置に知られるようにした。請求項12に係わる発明は、前記上位制御装置において、前記補正データと前記学習制御開始指令及び学習制御終了指令とで特定される動作プログラムを関連づけて記憶しておき、上位制御装置から出力する学習制御開始指令と学習制御終了指令との組に対応する補正

データをサーボ制御装置の前記メモリに転送するようにした。

【0008】

請求項13に係わる発明は、上位制御装置において前記補正データと前記学習制御開始指令及び学習制御終了指令とで特定される動作プログラムを関連づけて記憶しておき、上位制御装置から入力された学習制御開始指令と学習制御終了指令との組に対応する位置偏差データが存在しない場合、前記メモリの補正データをクリアするようにした。請求項14に係わる発明は、前記動作プログラムを工作機械における加工ワークのNCプログラムとした。請求項15に係わる発明は、前記上位制御装置において各軸への位置指令値を予め補間計算して記憶手段に記憶しておき、該記憶手段に記憶された位置指令値を前記サーボ制御装置に出力するようにした。請求項16に係わる発明は、前記補間計算を前記上位制御装置の外部の演算装置で演算しておき、その位置指令値を上位制御装置が通信装置から受け取りながら前記サーボ装置に出力するようにした。

【0009】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の原理説明図である。本発明においては、同一形状を加工する部品又は箇所に対して学習制御を適用するもので、同一指令パターンが指令される位置から学習制御開始指令を与え、同一指令パターンが終了した位置で学習制御終了指令を与えて、この学習制御開始指令から学習制御終了指令間だけ学習制御制御を行うことによって、同一部品を複数加工する場合や同一形状の加工が複数生じるようなワークを加工するような場合に適用するものである。

【0010】

図2に示した従来の学習制御では、学習メモリに繰り返される同一指令パターンの1パターン周期における位置偏差データからなる補正データを記憶し、次のパターン周期においてこの学習メモリに記憶する補正データを位置偏差に加算して位置偏差が零となるように制御していた。しかし、本発明では、同一指令パターンが指令される学習制御開始指令から学習制御終了指令までの学習区間の位置偏差データからなる補正データを学習メモリに記憶しておき、次の学習制御開始指令から学習制御終了指令までの学習区間においては、学習メモリに記憶された

対応する補正データによって位置偏差を補正すると共に、新たな補正データを学習メモリに記憶するようにしたものである。

【0011】

図3は、本発明の一実施形態の要部ブロック図である。上位制御装置の数値制御装置1は加工プログラム等に基づいて、被駆動体9を駆動制御するサーボモータ7のサーボ制御部に対して位置指令を出力し、サーボ制御部では、この位置指令に基づいて位置、速度及び電流のフィードバック制御を行いサーボモータ7を駆動制御する。

【0012】

すなわち、数値制御装置1から出力された位置指令から、被駆動体9の移動位置を検出する位置検出器11からフィードバックされる現在位置を減じて位置偏差を求め、位置制御部3で位置偏差に位置ループゲインを乗じて速度指令を求める。又、この速度指令からサーボモータ7に取り付けられ該サーボモータ7の速度を検出する速度検出器10からフィードバックされる実速度を減じて速度偏差を求め、速度制御部4でP I（比例積分）制御等の速度ループ制御を行い電流指令（トルク指令）を求める。さらに、電流指令から、電流増幅器6からフィードバックされてくる駆動電流を減じて電流偏差を求め電流制御部5で電流ループ制御を行い、電流増幅器6を介してサーボモータ7を駆動制御し、伝達機構8を介して被駆動体9を駆動する。

【0013】

以上は、従来から実施されている位置、速度、電流のループ制御をとまなうサーボ制御部と同一であり、従来と差異はない。相違する点は学習制御手段2が付加されている点である。この学習制御手段2は数値制御装置1からの学習制御開始指令で学習制御を開始し、学習制御終了指令で学習制御を停止するものである。

【0014】

図4は、この学習制御手段2の詳細ブロック図である。この学習制御手段2は、従来の学習制御手段と同様に、帯域制限フィルタ21、補正データを記憶する学習メモリ22、制御対象の位相遅れ、ゲイン低下を補償する動特性補償要素2

3を備えている。さらに本発明の特徴として、この学習制御を開始及び停止するためのスイッチ24、25を備えている。学習メモリ22には、学習しようとする同一指令パターンにおける位置、速度ループ制御が行われる所定周期に対応するメモリ数が設けられている。所定周期は学習開始指令とともに設定されてもよいし、もし、所定周期が設定されていなければ、1回目には十分な値を設定しておき、1回目の開始指令と終了指令の時間（所定処理周期のカウント数）により決定することも出来る。また、上位制御装置の記憶装置との間で補正データを転送する時に、所定周期も同時に転送することも出来る。例えば同一指令パターンの区間がLとし、位置、速度ループ処理周期がTとすれば、 L/T 個のメモリが学習メモリ22に設けられている。

【0015】

数値制御装置1から学習制御開始指令が出力されるとスイッチ24、25は閉じ、位置、速度ループ制御が行われる所定周期毎に位置偏差が学習制御手段2に取り込まれ、この位置偏差に学習メモリ22に記憶する一番古い補正データが加算され、帯域制限フィルタ21の処理を行って、学習メモリ22に補正データとして格納される。又、前述した学習メモリ22から取り出された一番古い補正データは動特性補償要素23によって、制御対象の位相遅れ、ゲイン低下の補償を行いスイッチ25を介して位置偏差に加算され位置制御部3に入力され、この補正データが加算補正された位置偏差に位置ループゲインが乗じられて速度指令が求められる。以下、同一指令パターンがの指令が終了し学習制御終了指令が数値制御装置1から出力されスイッチ24、25がオフになるまで、この処理動作が実行され、学習メモリ22には同一指令パターンの区間における各位置、速度制御処理周期毎の補正データが記憶されることになる。

同一指令パターン区間においては、補正データが位置偏差に加算されることにより、位置偏差は零になるように収束される。

【0016】

数値制御装置1から出力される学習制御開始指令、学習制御終了指令は、これらの指令を指定するMコードを設け加工プログラムに記述するようにしておけばよい。例えば学習制御開始指令のMコードをM_{x x}、学習制御終了指令のMコー

ドをM y y とすると、加工プログラムとして、

G 0 0 X . . Y . .

M x x

G 0 1 X . . Y . .

G 0 2 X . . Y . .

.....

M y y

とすればよい。さらには、シーケンス制御を行うPMC（プログラマブルマシンコントローラ）等の外部からの信号によって、この学習制御開始指令、学習制御終了指令を構成してもよい。

さらに、学習制御開始指令が出力された直後にスイッチ24、25を閉じずに、位置指令の差分である移動指令が0ではない時からスイッチ24、25を閉じて学習制御を開始するようにことができるようにしてもよい。これにより、学習制御開始指令から実際に位置指令が出るまでのタイミングを毎回合わせることが可能となる。

【0017】

又、加工しようとする部品に形状が異なる複数の形状パターンがあるような場合、図5に示すように各形状毎に学習メモリ22-1～22-nを設け、各形状毎に学習制御ができるようにしてもよい。この場合、例えば、「M05 Q1 N2」といった記述により、M05で学習制御を示し、Q1で学習制御の開始を示し、N2で2番目の形状（2番目の学習メモリ）を指定するようにすればよい。これによって、学習制御手段2は、学習制御開始指令と共にその加工形状の指令パターンに対応する学習メモリ22-1～22-nを選択し、補正データを格納、及び出力するようにする。

【0018】

又、加工指令や切削外乱の影響で、学習回数を増やして行くと、徐々に位置偏差が増えるケースがある。図6は、学習回数と平均位置偏差の関係を求めグラフ化したものである。この図6から分かるように、このケースでは、学習回数が5回又は6回で平均位置偏差が最小となっている。よって、学習が5回目になると

、上位制御装置の数値制御装置 1 から補正データ更新停止指令をだして、位置偏差入力側のスイッチ 2 4 をオフとして学習メモリ 2 2 の更新を停止し、補正データの出力だけにする。

【0 0 1 9】

さらには、位置偏差が予め決められた上限値以下又は、上限値と下限値の範囲になったとき学習メモリの更新を停止するようにしてもよい。

図 7 は、学習制御を行うプロセッサ（サーボ制御装置の処理を実行するプロセッサ又は学習制御手段専用のプロセッサ）が位置偏差の取り込むサンプリング周期毎（位置、速度ループ処理周期毎）に行う、位置偏差が上限値と下限値の範囲になったとき学習メモリの更新を停止する処理のフローチャートである。

まず、数値制御装置 1 から学習制御開始指令が入力されたか否か（ステップ 1 0 0）、学習制御終了指令が入力されたか否か（ステップ 1 0 1）、及び学習制御中を示すフラグが「1」か判断する（ステップ 1 0 2）。学習制御開始指令が入力されると学習制御中を示すフラグを「1」に、エラー範囲フラグを「0」にセットする（ステップ 1 0 3）。次に、この学習制御開始指令が最初の指令か判断する（ステップ 1 0 4）。これは、学習メモリ 2 2 に補正データが格納されているか否かで初回か否か判断される。初回であれば、更新停止フラグを「0」にセットする（ステップ 1 0 5）。なお、図 8 に示す、移動指令が「0」でないときから学習制御を開始する例では、このステップ 1 0 5 で、後述する学習開始フラグを「0」にセットする。

さらに、図 8 のように、学習開始指令が入力されると、まず更新停止指令が入力されたか否かを判断し（ステップ 1 1 4）、更新停止指令であれば、更新停止フラグを「1」にセットする（ステップ 1 1 5）ことで、補正データの更新をやめることができる。

【0 0 2 0】

ステップ 1 0 2 で学習制御中を示すフラグが「1」であることが判別されると、更新停止フラグが「0」か否か判断する（ステップ 1 0 9）。最初はステップ 1 0 5 で「0」にセットされているから、ステップ 1 1 0 に移行し、位置偏差の入力をオンとしさらに補正データの出力をオンとする（ステップ 1 1 0）。すな

わち、図2、図3におけるスイッチ24、25をオンとして学習制御を開始する。そして、取り込んだ位置偏差が設定された設定された下限値と上限値の範囲内にあるか判断し（ステップ112）、範囲内でなければ、エラー範囲フラグを「1」にセットし（ステップ103）、範囲内であればエラー範囲フラグを「1」にセットすることなくこの周期の処理を終了する。

さらに、図8で示すように、ステップ102で学習制御中を示すフラグが「1」であることが判別された後、学習開始フラグにより学習開始したかどうかを判断する（ステップ116）。学習を開始していなければ、位置指令の差分である移動指令が0か否かを判断し（ステップ117）、移動指令が0であればこの処理を終了し、移動指令が0以外であれば、学習開始フラグを「1」（ステップ118）にした後、前記と同様に、更新停止フラグの判断を行う。また、学習開始していれば、これも同様に、更新停止フラグの判断を行う。この学習開始フラグを追加することで、学習開始指令から、移動指令が出力されるまでに停止指令があったとしても、毎回同じタイミングで学習制御を行うことができる。

【0021】

次の周期からは、ステップ100、101、102、109、110、112の処理さらにはステップ113の処理がなされ、位置偏差が1回でも下限値と上限値の範囲内にない場合には、エラー範囲フラグは「1」にセットされることになる。

【0022】

1指令パターンが終了し、学習制御終了指令が入力されると、ステップ101からステップ106に進み、エラー範囲フラグは「0」か「1」か判断し、「1」であれば（位置偏差が下限値と上限値の範囲内にないときには）、制御中フラグを「0」にして入力オフ、出力オフ（図2、図3におけるスイッチ24、25をオフ）として学習制御を停止する。又、エラー範囲フラグは「0」であれば、更新停止フラグを「1」にセットし（ステップ107）、ステップ108に移行する。

【0023】

次に学習制御開始指令が入力されたときには、初回ではないので、ステップ1

00, 103, 104, 101, 102, 109～113, 106～108の処理が実行されることになる。

【0024】

最初は、位置偏差は下限値と上限値の範囲から外れる場合が多いので、エラー範囲フラグは「1」にセットされ、その結果、更新停止フラグが「1」にされることはない。そして、学習制御の回数が進み、その結果位置偏差が小さくなり、ステップ112で位置偏差が下限値及び上限値の範囲外となることはなく、エラー範囲フラグが「1」にセットされることなく、1パターン指令が終了し学習制御終了指令が読み込まれると、ステップ106でエラー範囲フラグが「0」と判断され、ステップ107に移行して、更新停止フラグが「1」にセットされ、制御中フラグが「0」にセットされると共に入力オフ、出力オフとして学習制御が停止され（ステップ108）、当該周期の処理を終了する。

【0025】

そして、次に学習制御開始指令が読み込まれると、更新停止フラグが「1」にセットされているから、ステップ109からステップ111に移行して、出力だけがオンとされる。すなわち、図2、図3におけるスイッチ25のみがオンとされて、学習メモリ22の補正データの更新はなされず、補正データによる位置偏差の補正のみが実行されることになる。そして、ステップ112へ移行する。このように、以後、学習制御開始指令がなされ、学習制御が開始されても、更新停止フラグが「1」にセットされているので、学習メモリ22の補正データの更新はなされず、補正データによる位置偏差の補正のみの学習制御がなされることになる。

【0026】

学習メモリ22は、通常、SRAMやDRAMなどの揮発性メモリで構成されており、上位制御装置の数値制御装置1の電源がオフにされると、その内容が消えてしまうそのため、この学習メモリ22をフレッシュメモリなどの不揮発性メモリで構成することによって、一旦電源が切られても、補正データは保存され、再び学習することなく前回の状態から実行できるようにする。

【0027】

又、学習を行って、位置偏差を「0」にした学習メモリに記憶する補正データは貴重なものとなる。そこで、学習メモリ22の記憶内容を上位制御装置の数値制御装置1に転送し、不揮発性メモリ等に記憶しておき、別のワーク等の加工を行い、再度、同一部品等の同一形状の加工を行うときには、この記憶した補正データを学習メモリ22に転送し再度学習することなく、補正データによる位置偏差の補正だけを実施するようにしてもよい。このように、学習メモリに記憶する補正データを上位制御装置1内の不揮発性メモリに転送記憶するようにすれば、学習メモリ22を不揮発性メモリで構成する必要もなく、各種部品、各形状毎に、すなわち、学習制御開始指令又は／及び学習制御終了指令とで特定される動作プログラムを関連づけて、学習制御により、位置偏差が「0」に収束するように作成された補正データを上位制御装置の数値制御装置1内に記憶しておき、加工するときに、この補正データを学習メモリ22から転送格納し、補正データによる位置偏差の補正処理のみを実行させることによって、精度の高い加工ができる。

【0028】

なお、ワークに対して新たな加工形状を加工するときで、学習制御による補正データがまだ作成されてなく、この加工形状に対応する動作プログラムに対応して記憶する補正データがない場合には、上位制御装置の数値制御装置1からの指令で学習メモリ22をクリアして、新たにその加工形状パターンに対する補正データを作成するようにする。

【0029】

又、上述した実施形態では、一旦更新停止フラグが「1」にセットとされた後は、ステップ111で「出力オン」として位置偏差に補正データを加算する処理に変更した後ステップ112に進むようにした。これは位置偏差に補正データを加算による制御中においても、位置偏差が下限値と上限値間の範囲から外れたときには、エラー範囲フラグを「1」にして、アラーム等出力するようにして、工具の摩耗等の何らかの原因で位置偏差が所定値範囲内に入っていないことを知らせ、不良加工をいち早く知らせるようにしたものである。

【0030】

さらには、学習中の電流指令を監視することによって、指令加速度と切削負荷

等によって、予め決められた電流指令を超えた場合には、何らかの異常が発生したとして知らせるようにしてもよい。

【0031】

又、通常のNC文で加工プログラムを記述した場合、この加工プログラムを数値制御装置1が解釈して補間計算を行うが、これをリアルタイムで行う必要があるので、数値制御装置1の計算能力に応じて補間できる周期が決まってしまう。数値制御装置1は各軸への位置指令値を予め補間計算してメモリに記憶しておき、このメモリに記憶された位置指令値をサーボ制御装置に出力するようにしてもよい。さらには、上位制御装置である数値制御装置1の外部の演算装置で演算しておき、その位置指令を数値制御装置1が通信装置から受け取りながらサーボ制御装置に入力するようにして、補間周期を短くし加工速度を上げるようにすることもできる。

【0032】

【発明の効果】

同一形状の加工を多数実行するような場合、その形状個所だけ学習制御を適用し、その加工における位置偏差を零に収束するようにして加工ができることから、高精度の加工を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の原理説明図である。

【図2】

従来の学習制御（繰り返し制御）の説明図である。

【図3】

本発明の一実施形態の要部ブロックである。

【図4】

同実施形態における学習制御手段の詳細ブロック図である。

【図5】

本発明の別の実施形態における学習制御手段の詳細ブロック図である。

【図6】

学習回数と位置偏差との関係を示すグラフである。

【図 7】

同実施形態における位置偏差が上限値と下限値の範囲になったとき学習メモリの更新を停止する処理のフローチャートである。

【図 8】

同実施形態における移動指令が 0 以外のとき学習制御を開始する処理のフローチャートである。

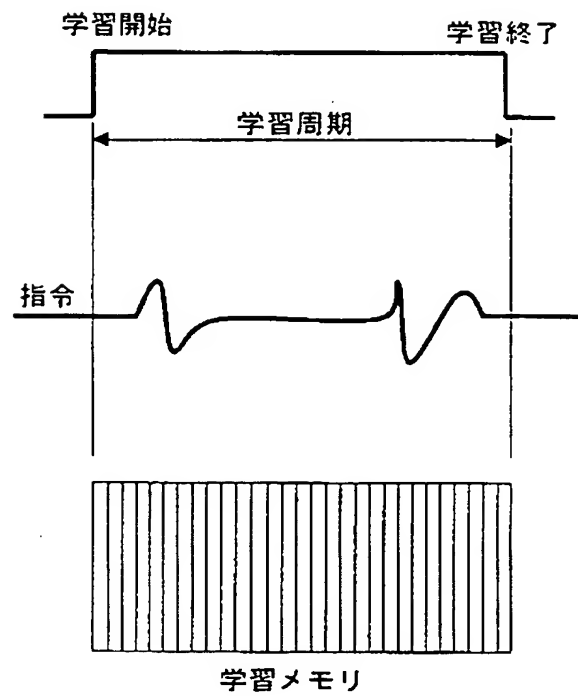
【符号の説明】

- 1 上位制御装置（数値制御装置）
- 2 学習制御手段

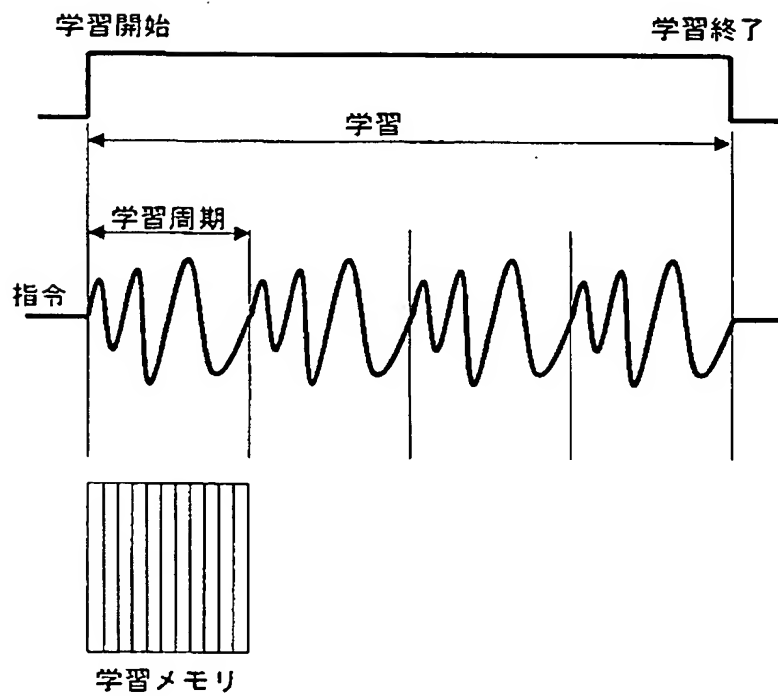
【書類名】

図面

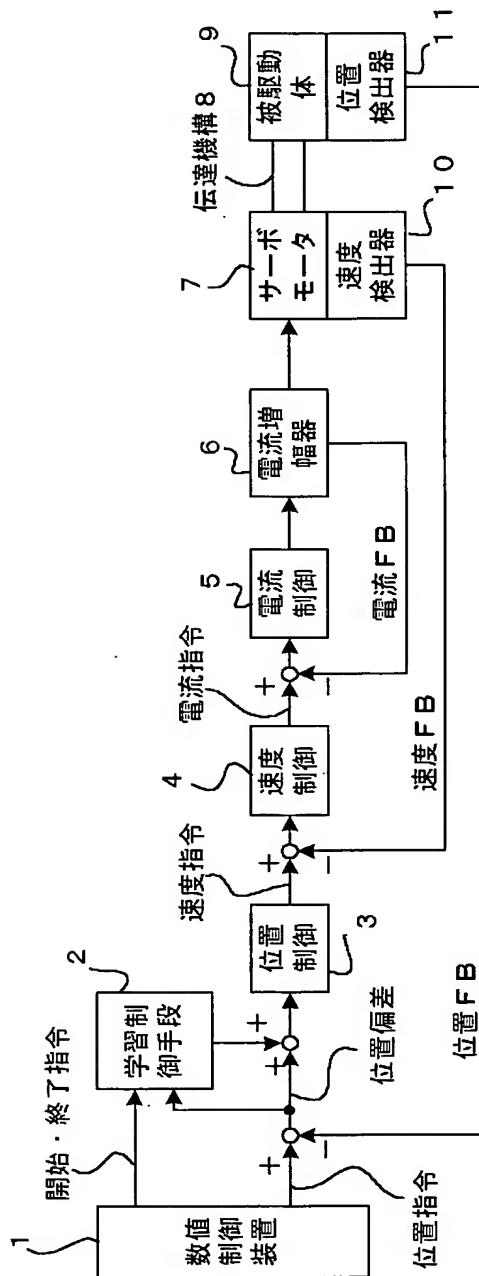
【図 1】



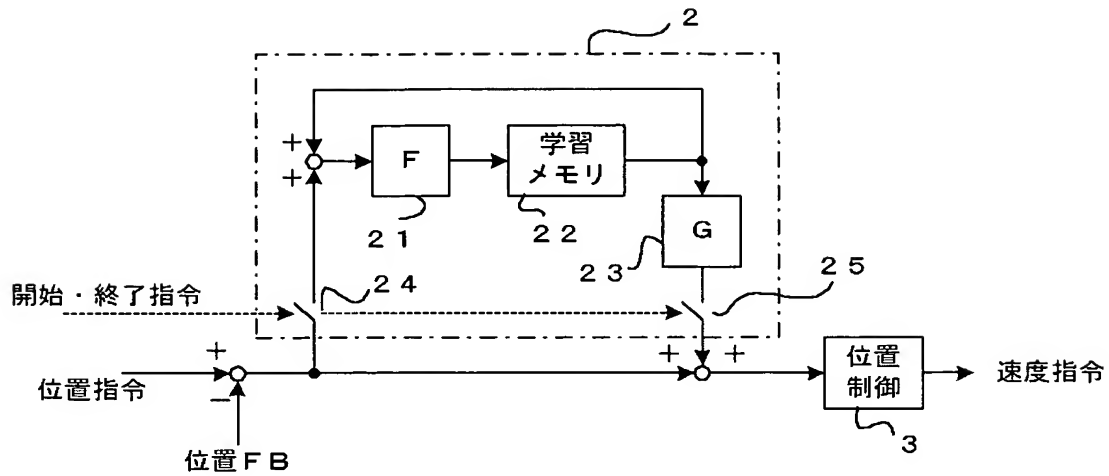
【図 2】



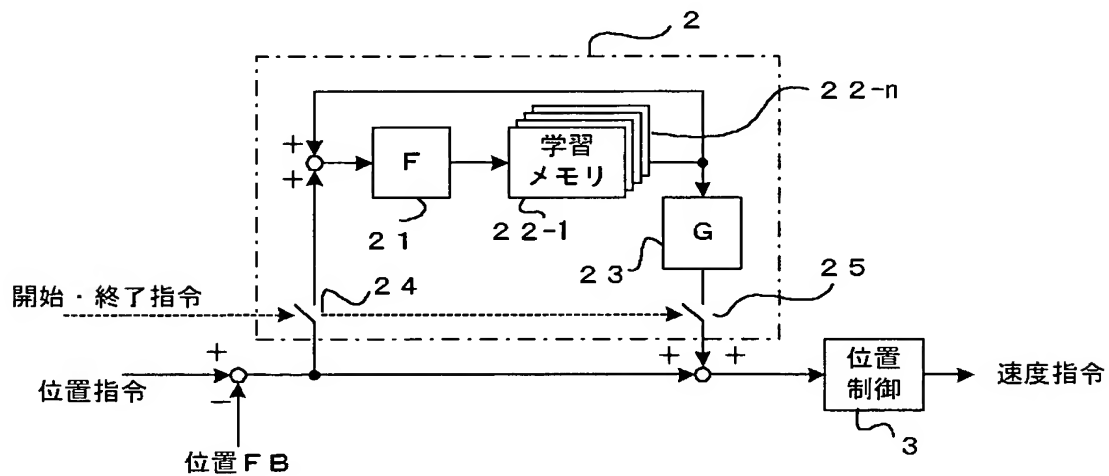
【図 3】



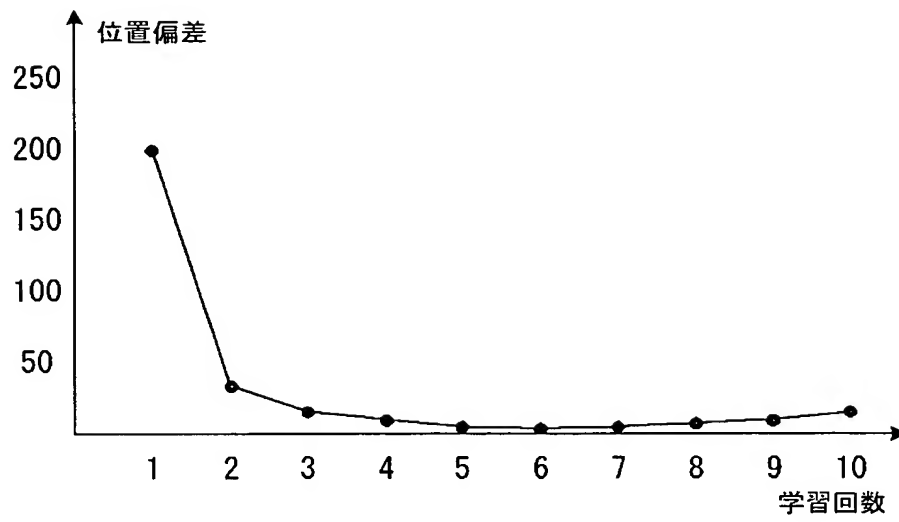
【図 4】



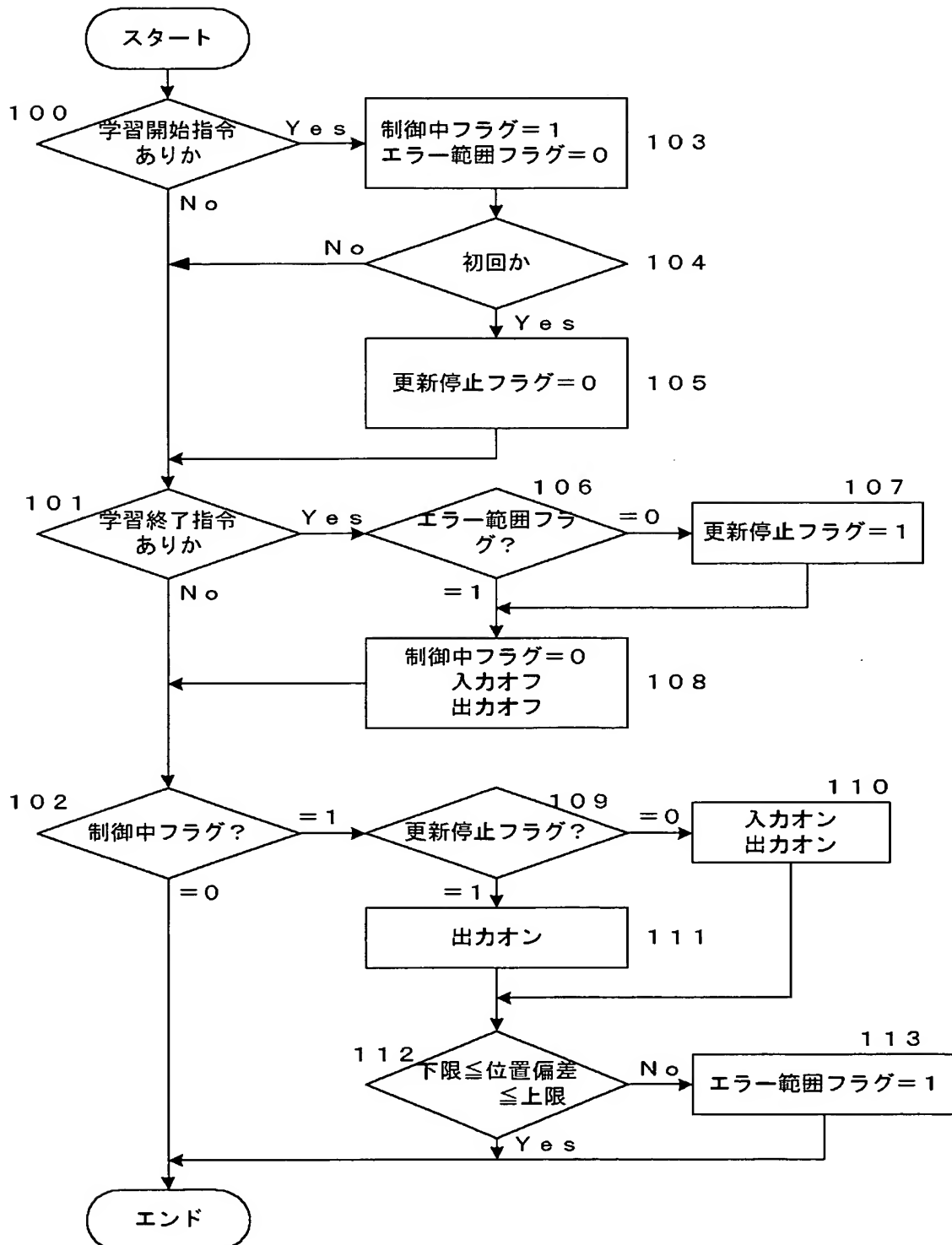
【図 5】



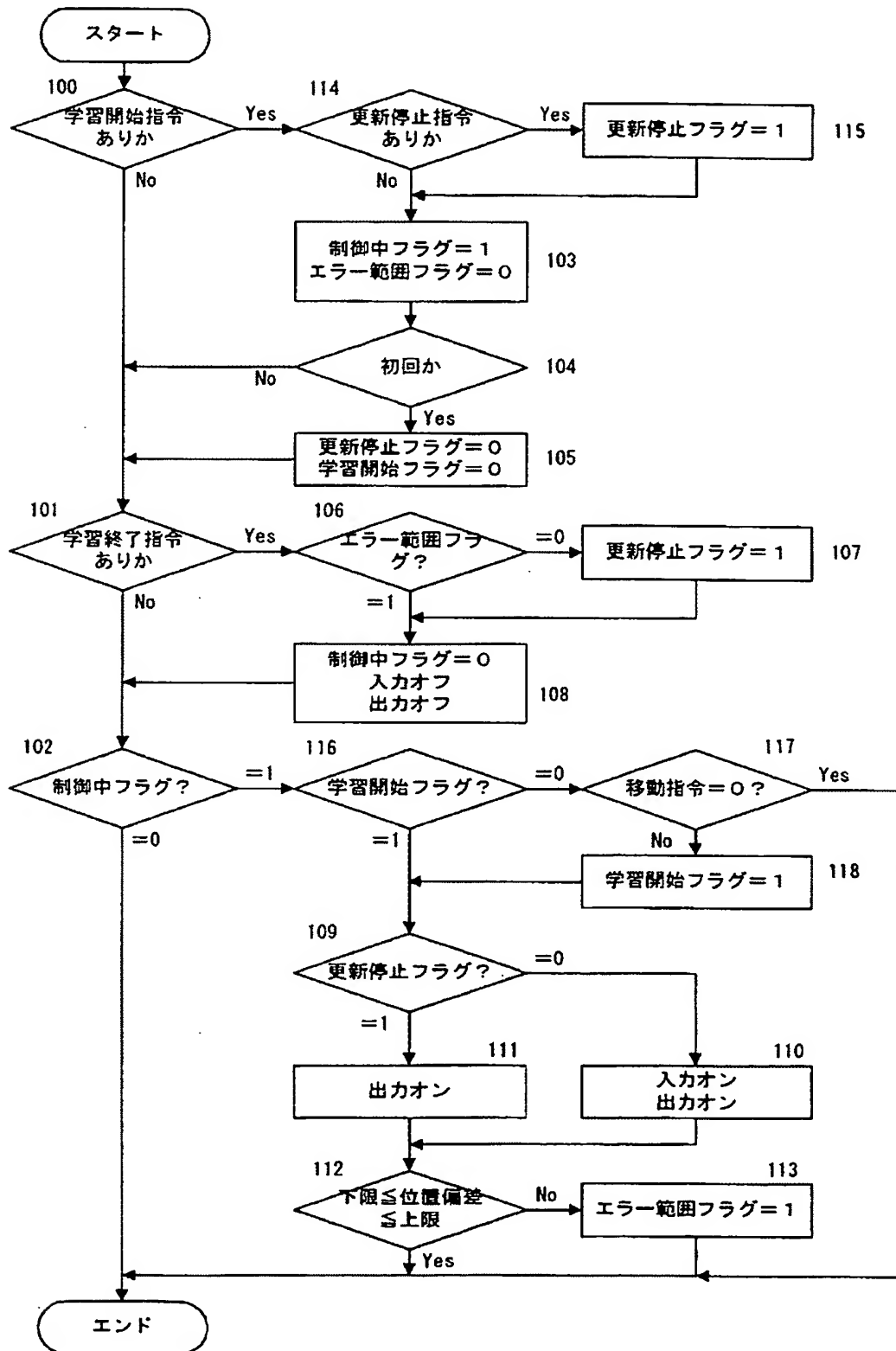
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 部品等の同一形状の加工を多数実行するような場合に、学習制御を適用できるようにしたサーボ制御装置を提供する。

【解決手段】 上位制御装置から学習制御開始指令でスイッチ 24, 25 をオンとして、各周期毎位置偏差を取り込む。該位置偏差と学習メモリ 22 から取り出した補正データを加算し帯域制限フィルタ 21 で処理して学習メモリ 22 に補正データとして記憶する。又、取り出した補正データに対して動特性補償要素 23 で位相遅れ、ゲイン低下を補償して、位置偏差に加算し、位置制御部 3 への入力とする。同一の形状に対する指令パターンが終了し学習制御終了指令が与えられると、スイッチ 24, 25 をオフにして学習制御を終了する。学習制御開始、終了指令によって、同一形状を加工する任意の位置で学習制御ができ、位置偏差が零に収束して高精度の加工ができる。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 1 2 4 9 5
受付番号	5 0 3 0 0 0 9 0 0 2 7
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 5 年 1 月 2 2 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 1月21日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 1 2 4 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 0 0 0 8 2 3 5]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 1 0 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

山梨県南都留郡忍野村忍草字古馬場 3 5 8 0 番地

氏 名

ファナック株式会社